

**NASKAH PUBLIKASI**

**INOVASI TEKNOLOGI TUNGKU PEMBAKARAN DENGAN VARIASI  
KETINGGIAN CEROBONG**



Ringkasan Tugas Akhir ini disusun  
Untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh derajat sarjana S1  
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh

**YUDA DARMAWAN**  
**D 200 090 115**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2013**



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN**

Jl. A. Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta 57102

Telp. (0271) 717417, Fax. (0271) 715448, Email: [mesin@ums.ac.id](mailto:mesin@ums.ac.id)

**Surat Persetujuan Artikel Publikasi Ilmiah**

Yang bertanda tangan dibawah ini pembimbing Skripsi/Tugas Akhir :

Nama : Ir. Sartono Putro. MT. ( Pembimbing I )

Nama : Ir. Sarjito. MT. Ph.D ( Pembimbing II )

Telah membaca dan mencermati naskah artikel publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan skripsi ( Tugas Akhir ) dari mahasiswa :

Nama : Yuda Darmawan

NIM : D 200 090 115

Program studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : **INOVASI TEKNOLOGI TUNGKU PEMBAKARAN  
DENGAN VARIASI KETINGGIAN CEROBONG**

Naskah artikel tersebut, layak dan dapat persetujuan untuk dipublikasikan. Demikian persetujuan dibuat, semoga dapat digunakan seperlunya.

Surakarta, 22 Maret 2013

Pembimbing I

Ir. Sartono Putro. MT

Pembimbing II

Ir. Sarjito. MT. Ph.D

## **INOVASI TEKNOLOGI TUNGKU PEMBAKARAN DENGAN VARIASI KETINGGIAN CEROBONG**

**Yuda Darmawan, Sartono Putro, Sarjito**

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. Ahmad Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

Email : [darmawanyuda813@ymail.com](mailto:darmawanyuda813@ymail.com)

### **ABSTRAKSI**

*Tujuan penelitian yang dijelaskan didalam paper ini adalah study tentang penghematan energi pada tungku pembakaran yang difokuskan untuk mengetahui pengaruh variasi ketinggian cerobong dari tungku terhadap temperatur tungku, temperatur gas buang, temperatur air pendidihan, laju kebutuhan bahan bakar, dan efisiensi thermal persatuan waktu. Bahan bakar yang digunakan adalah sekam padi.*

*Metode penelitian yang digunakan berupa pengujian pengaruh temperatur hasil pembakaran, temperatur gas yang melewati cerobong, kalor hasil pembakaran, laju kebutuhan bahan bakar, serta efisiensi thermal tungku persatuan waktu menggunakan bahan bakar sekam padi dengan variasi ketinggian cerobong 100 cm, 200 cm, 300 cm.*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur hasil pembakaran tertinggi diperlihatkan pada ketinggian cerobong 100 cm, dengan temperatur 820 °C, pada waktu 160 menit, temperatur gas asap tertinggi ditunjukkan pada ketinggian cerobong 200 cm, dengan temperatur 379 °C, pada waktu 130 menit, temperatur pendidihan air tercepat diketahui ketinggian cerobong 300 cm dengan waktu 130 menit yang mendidih pada suhu 98 °C, tarikan cerobong tertinggi terletak pada ketinggian 300 cm yaitu 12,93 mm.k.a, kebutuhan bahan bakar paling sedikit didapatkan ketinggian cerobong 100 cm dengan kebutuhan 21,774 kg, dengan waktu 226 menit, efisiensi thermal tungku tertinggi diperoleh pada ketinggian cerobong 100 cm yaitu 68,48 %.*

**Kata Kunci: Tungku Pembakaran, Sekam Padi, Variasi Ketinggian Cerobong,.**

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Kebutuhan energi secara umum di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya penduduk dan kemajuan ekonomi. Proporsi pemakaian bahan bakar minyak yang tinggi di Indonesia terkait dengan keterlambatan pemerintah dalam mengkonversi energi dari bahan bakar minyak ke bahan bakar alternatif lainnya. Hal ini menyebabkan terjadinya krisis energi. F. Nawafi, dkk. (2010)....*"Krisis energi ini berdampak pada dunia industri, dimana bahan baku industri khususnya bahan bakar seperti industri tahu dan krupuk sangat sulit sekali untuk mendapatkan minyak tanah atau elpiji"*...

F. Nawafi, dkk. (2010)....*"Mahalnya bahan bakar menyebabkan meningkatnya biaya produksi. Hal ini mendorong untuk dicarinya energi alternatif lain yang bisa diperbaharui, murah, dan mudah didapatkan disekitar mereka"*... Contohnya serbuk gergaji, sekam padi, kayu bakar dan lain-lain. Dari ketiga contoh bahan bakar alternatif tersebut, sekam padi memiliki potensi yang sangat besar untuk menjadi bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Selain mempunyai panas yang tinggi, penggunaan bahan bakar alternatif ini dapat juga mengurangi biaya produksi.

Tungku sekam masih banyak dipakai dalam industri kecil di Indonesia termasuk dalam industri pengolahan tahu. Akan tetapi panas yang dihasilkan oleh tungku tersebut masih kurang maksimal, dikarenakan tidak berpusatnya api dan kurang stabilnya api yang dihasilkan. Untuk itulah penulis mencoba mendesain tungku yang lebih efisien dan dapat memusatkan panas pada ketel, sehingga panas yang dihasilkan lebih besar dan stabil agar air dapat cepat menguap sehingga dapat menekan biaya produksi dan menghemat bahan bakar yang dipakai.

### **Tujuan Penelitian**

Mengetahui bagaimana kinerja dari tungku pembakaran dengan variasi ketinggian cerobong meliputi :

#### **1. Tujuan umum penelitian**

Tujuan penelitian ini berisi tentang :

- a. Study mendalam tentang penghematan energi pada tungku pembakaran.
- b. Untuk melakukan investigasi secara detail tentang faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi dari tungku dalam percobaan Rully Adi W. (2012) dalam pengujian sebuah tungku dengan dimensi :

1. Panjang tungku 170 cm, tinggi tungku 50cm, lebar tungku 110 cm.
2. Tinggi cerobong 400 cm, 500 cm, 600 cm dengan diameter 25 cm.
3. Tinggi drum 60 cm, diameter 40 cm, berat kosong 15 kg.
4. Menggunakan sistem air heaters pipa paralel.
- c. Kemudian menurunkan rekomendasi tinggi cerobong yang tepat dari percobaan 100 cm, 200 cm, dan 300 cm dengan diameter 25 cm.
2. Tujuan spesifik penelitian.  
Tujuan spesifik dari penelitian ini terdiri dari :
  - a. Pembuatan tungku pembakaran dengan spesifikasi yang sesuai dengan rencana.
  - b. Melakukan uji coba terhadap alat yang telah dibuat menggunakan bahan bakar sekam padi.
  - c. Melakukan investigasi secara detail
    1. Hubungan antara temperatur hasil pembakaran dengan waktu.
    2. Hubungan antara temperatur gas yang melewati cerobong dengan waktu.
    3. Hubungan antara temperatur pendidihan air dengan waktu.
    4. hubungan antara laju kebutuhan bahan bakar dengan waktu.
  - d. Melakukan analisis perhitungan untuk mendapatkan
    1. Hubungan antara kalor pendidihan air dengan waktu, sehingga diperoleh daya pendidihan air.
    2. Hubungan antara kalor yang diperlukan untuk merubah air menjadi uap dengan waktu, sehingga diperoleh daya untuk merubah air menjadi uap.
    3. Hubungan antara kalor hasil pembakaran sekam padi dengan waktu, sehingga diperoleh daya hasil pembakaran.
    4. Hubungan antara daya yang terpakai dengan daya yang dihasilkan bahan bakar, sehingga diperoleh efesiensi thermal.
  - e. Melakukan kesimpulan dari hasil analisis data.

## **METODE PENELITIAN**

Lokasi Penelitian ini bertempat di Universitas Muhammadiyah Surakarta, fakultas teknik, jurusan teknik mesin dilakukan pada bulan September 2012.

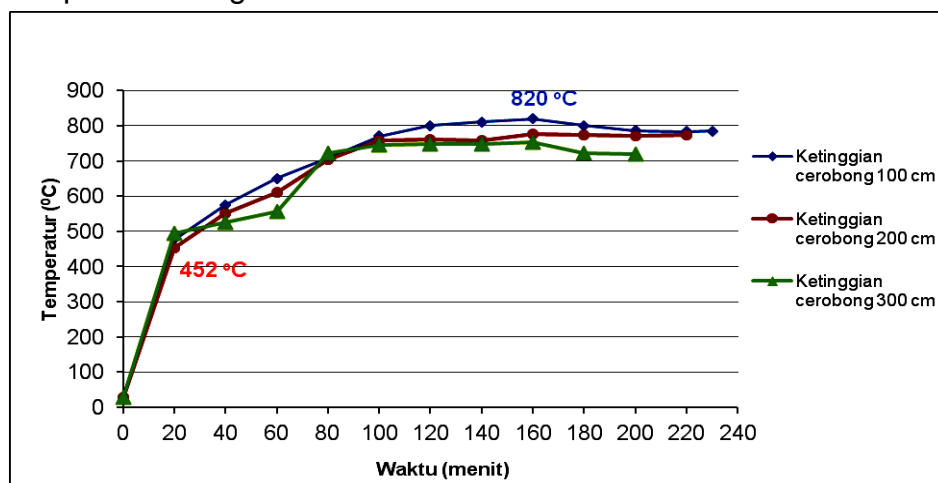
### Tahap Pengujian

1. Menimbang bahan sekam padi yang akan digunakan sebagai bahan bakar (kg).
2. Mengisi drum dengan air sebanyak 80-90 % dari isi volume drum.
3. Membuat bara api didalam tungku pembakaran menggunakan campuran bahan bakar sekam padi dan serbuk gergaji.
4. Memulai pengujian dan mencatat waktu awal penyalaan (menit).
5. Mengukur temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) mulai dari tungku pembakaran, cerobong bawah, cerobong atas, air isian drum, setiap 20 menit sekali sampai air mendidih.
6. Mencatat waktu ketika air mendidih (menit).
7. Mengukur temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) setelah air mendidih, mulai dari tungku pembakaran, cerobong bawah, cerobong atas dan air isian drum.
8. `Mengukur temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) 20 menit setelah air mendidih sampai 60 menit sesudahnya, mulai dari tungku pembakaran, cerobong bawah, cerobong atas dan air isian drum.
9. Mencatat waktu ketika proses pembakaran berakhir.
10. Mematikan api, serta mengukur berat dari abu sekam hasil pembakaran (kg) dan mengukur volume air isian drum ( $\text{m}^3$ ).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dari penelitian yang sudah dilakukan didapatkan perbedaan temperatur dan waktu pada setiap percobaan :

#### 1. Temperatur Tungku



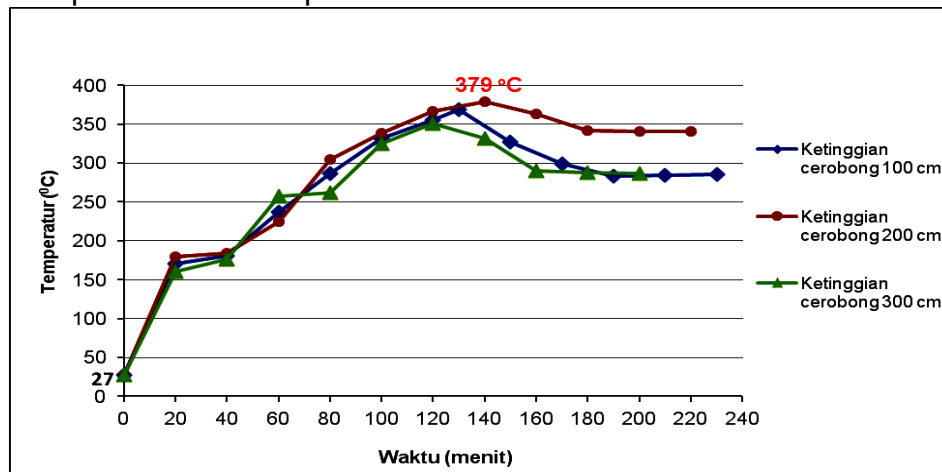
Gambar 9. Hubungan antara temperatur hasil pembakaran dengan waktu selama proses pengujian

Dari gambar 9. (pada thermokopel 3) Diketahui bahwa hubungan antara temperatur hasil pembakaran dengan waktu pada menit ke nol

(sebelum pembakaran bahan bakar dilakukan) pada ketinggian cerobong 100 cm, 200 cm, dan 300 cm mempunyai temperatur yang sama yakni 27 °C. Setelah dilakukan pembakaran bahan bakar temperatur pembakaran mengalami peningkatan temperatur pada setiap menitnya. Suhu terendah pada proses pengujian diketahui pada ketinggian cerobong 200 cm dengan temperatur 452 °C, pada waktu 20 menit pertama. Dengan bertambahnya waktu, suhu hasil pembakaran semakin meningkat sampai batas tertinggi yang diketahui pada ketinggian cerobong 100 cm, dengan temperatur 820 °C, pada waktu 160 menit. Setelah itu temperatur hasil pembakaran mengalami penurunan.

Dari hasil pengujian diketahui bahwa temperatur tungku pada ketinggian cerobong 300 cm setelah menit ke 80 terjadi penurunan temperatur pembakaran. Penurunan temperatur terjadi dikarenakan panas api dari tungku pembakaran terserap baik oleh air melalui perantara drum air.

## 2. Temperatur Gas Asap



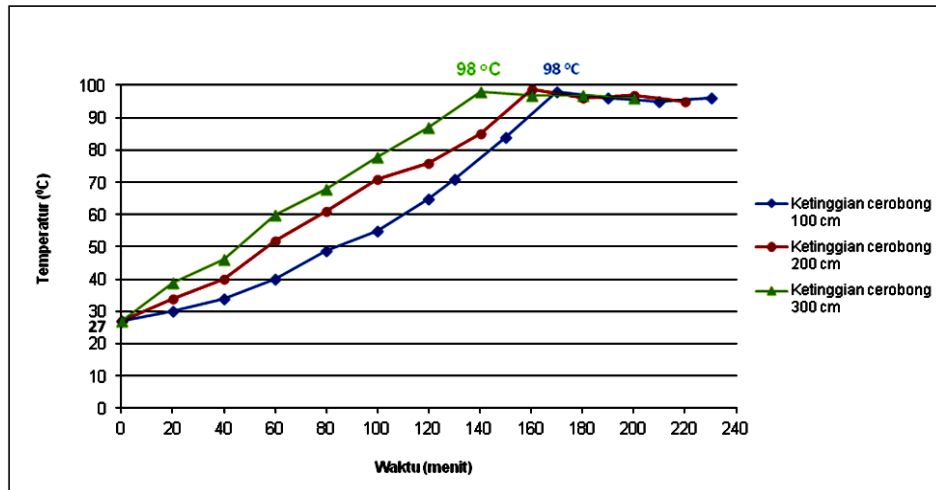
Gambar 10. Hubungan antara temperatur gas asap dengan waktu selama proses pengujian

Dari gambar 10. (pada thermokopel 1) Pada ketinggian cerobong 100 cm, 200 cm, dan 300 cm diketahui bahwa hubungan antara temperatur gas asap dengan waktu pada menit ke nol (sebelum pembakaran bahan bakar dilakukan) mempunyai temperatur yang sama yakni 27 °C. Temperatur tertinggi diketahui pada waktu 130 menit, ketinggian cerobong 200 cm, dengan temperatur 379 °C. Setelah itu temperatur gas asap mengalami penurunan.

Dari hasil pengujian diketahui pada ketinggian cerobong 300 cm temperatur gas asap hasil pembakaran paling rendah, ini dikarenakan

semakin tinggi cerobong maka tekanan udara semakin kecil yang mengakibatkan tarikan cerobong menjadi besar.

### 3. Temperatur Pendidihan Air

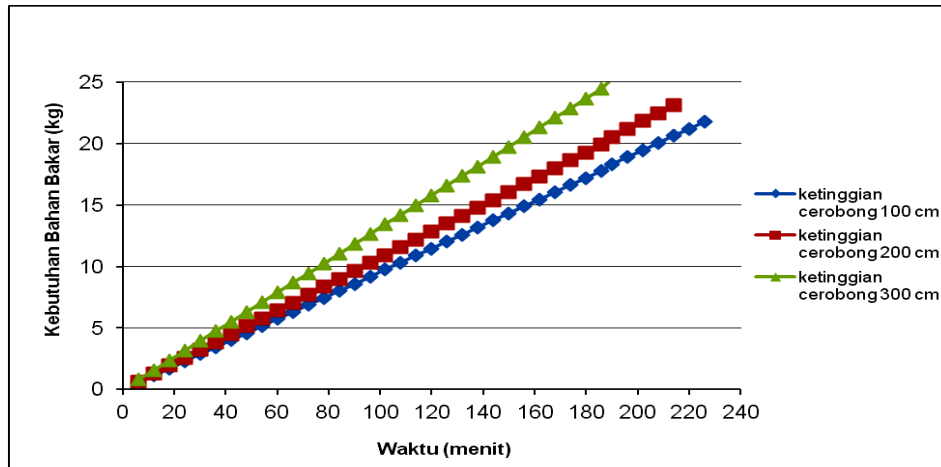


Gambar 11. Hubungan antara temperatur pendidihan air dengan waktu selama proses pengujian

Dari gambar 11. (pada thermokopel 2) Diketahui bahwa hubungan antara temperatur pendidihan air dengan waktu pada menit ke nol (sebelum pembakaran bahan bakar dilakukan) pada ketinggian cerobong 100 cm, 200 cm, dan 300 cm mempunyai temperatur yang sama yakni 27 °C. Setelah dilakukan pembakaran bahan bakar temperatur air mengalami peningkatan pada setiap menitnya. Waktu untuk mendidihkan air yang terlama diketahui pada ketinggian cerobong 100 cm adalah 170 menit yang mendidih pada suhu 98 °C, sedangkan waktu pendidihan paling cepat diketahui pada ketinggian cerobong 300 cm dengan waktu 130 menit yang mendidih pada suhu 98 °C. ini dikarenakan pada ketinggian cerobong 300 cm, air didalam drum melakukan penyerapan panas dari tungku pembakaran dengan baik sehingga air dapat mendidih dengan cepat.



#### 4. Laju Kebutuhan Bahan Bakar



Gambar 12. Hubungan antara laju kebutuhan bahan bakar dengan waktu selama proses pengujian.

Dari gambar 12. Diketahui bahwa hubungan antara laju kebutuhan bahan bakar dengan waktu, memerlukan bahan bakar yang berbeda-beda pada setiap pengujian. Pemakaian Bahan bakar yang paling sedikit diketahui pada ketinggian cerobong 100 cm dengan kebutuhan 21,774 kg, dengan waktu terlama yaitu 226 menit, yang tiap 6 menitnya menghabiskan 0,573 kg bahan bakar, sedangkan pemakaian bahan bakar terbanyak diketahui pada ketinggian cerobong 300 cm yaitu 25,248 kg, yang tiap 6 menit menghabiskan 0,789 kg bahan bakar.

#### Efisiensi Thermal Pada Tungku

##### 1. Kalor pendidihan air

Ketinggian cerobong (cm)	Massa (kg)	Cp (kJ/kg°C)	$\Delta T$ (°C)	Kalor (kJ)
100	51	4,198	72	15415,1
200	51	4,198	72	15415,1
300	51	4,198	72	15415,1

##### 2. Kalor untuk merubah air menjadi uap

Ketinggian cerobong (cm)	$m_{\text{uap}}$ (kg)	$h_{\text{fg}}$ (kJ/kg)	Kalor (kJ)
100	2,4	2257	5416,8
200	2,8	2257	6319,6
300	3,7	2257	8350,9

### 3. Kalor Hasil Pembakaran Bahan Bakar

Ketinggian cerobong (cm)	Jumlah BB (kg)	LHV (kJ/kg)	$\eta_f$	Kalor (kJ)	Waktu pembakaran (detik)
100	21,25	1415	0,95	28901,37	9900
200	22,5	1415	0,95	30917,75	9300
300	23,25	1415	0,95	33942,31	7800

### 5. Efisien Thermal Tungku

Ketinggian cerobong (cm)	Daya Pendidihan (J/s)	Daya Penguapan (J/s)	Daya yang dihasilkan BB (J/s)	$\eta_{th}$ (%)
100	1557,078	1504,667	2919,33	72,07
200	1657,534	1755,444	3324,49	70,29
300	1976,291	2319,694	4351,58	70,01

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan data hasil dari pengujian tungku pembakaran dengan variasi ketinggian cerobong yang berbeda-beda didapatkan beberapa kesimpulan, diantaranya sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian antara temperatur hasil pembakaran dengan waktu selama proses pengujian, diketahui temperatur tertinggi yaitu 820 °C, tinggi cerobong 100 cm, pada waktu 160 menit.
2. Dari hasil pengujian antara temperatur gas yang melewati cerobong dengan waktu selama proses pengujian, diketahui temperatur tertinggi yaitu 379 °C, tinggi cerobong 200 cm, pada waktu 130 menit.
3. Dari hasil pengujian antara temperatur pendidihan air dengan waktu selama proses pengujian, waktu tercepat untuk mendidihkan air adalah 130 menit pada temperatur 98 °C dengan tinggi cerobong 300 cm.
4. Dari hasil pengujian antara laju kebutuhan bahan bakar dengan waktu selama proses pengujian, diketahui bahan bakar yang dipergunakan paling sedikit yaitu pada tinggi cerobong 100 cm dengan kebutuhan 21,774 kg, pada waktu 226 menit.
5. Dari hasil pengujian diketahui efisiensi thermal tungku pembakaran yang tertinggi pada tinggi cerobong 100 cm, yaitu 72,07 %.
6. Dari hasil perhitungan tarikan cerobong diketahui tarikan cerobong terbesar terletak pada ketinggian cerobong 300 cm dengan nilai 12,93 mm.k.a,

## DAFTAR PUSTAKA

- D. Darmansyah., 2006. *Konservasi Energi di Kilang Gas Alam Cair/LNG Melalui Peningkatan Efisiensi Pembakaran pada Boiler*, Tugas Akhir S1, Fakultas Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara, Medan.
- E.K Nuning. Azizah R., 2006, *Pengaruh Penggunaan cerobong Asap Model Water Spons Filter Terhadap Penurunan Kadar SO<sub>2</sub> Pada Industri Tahu Di Sukun, Malang*, Tugas akhir S1, Fakultas Kesehatan masyarakat Universitas Airlangga, Surabaya.
- F. Nawafi, R. D. Puspita, Desna, dan Irzaman., 2010, *Optimasi Tungku Sekam Skala Industri Kecil Dengan Sistem Boiler*, Berkala Fisika Vol. 12, No. 3, hal 77 – 84.
- Lesmono, F., 2006, *Perencanaan Cerobong Asap Pada alat Pembakar sampah Dengan Volume 150 liter*, ITS, Surabaya.
- Mastuti Endang., 2005, *Pembuatan Asam Oksalat dari Sekam Padi*, Ekuilibrium Vol. 4, No. 1, 13 – 17.
- Nurimianto., 2010, *Analisa Alat Pengasap Ikan*, ITS, Surabaya.
- Prijono, Arko., 1997, *Prinsip-prinsip Perpindahan Panas*, Erlangga, Jakarta.
- Sepdyanuri, Indar., 2011. *Tugas Kimia Pembakaran*, Institut Sains dan Teknologi AKPRIND, Jogjakarta.
- Setyardjo, Djoko., 1993, *Ketel Uap*, Cetakan ketiga, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Syaifullah., 2012, *"Analisa Alat Pengering Jamur Tiram Putih Dengan sumber Panas Energi Surya Tipe Dua Lалан Udara (Variasi Ketinggian Cerobong"*, Tugas akhir D III, Teknik Mesin ITS, Surabaya.
- Tamrin, Budianto, Lanya dan Dwi Firmayanti., 2008, *Rancang Bangun Tungku Portabel Bahan Bakar Batubara Yang Aman Untuk Kesehatan Pemakainya*, Fakultas Teknik Pertanian Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [Http:// www.energyefficiencyasia.org/Tungku & Refraktor/](http://www.energyefficiencyasia.org/Tungku%20&%20Refraktor/) diakses pada 2012/08/16/

[Http:// www.energyefficiencyasia.org/Bahan Bakar & Pembakaran/](http://www.energyefficiencyasia.org/Bahan_Bakar_&_Pembakaran/)  
diakses pada 2012/08/23/

[Http:// www.suhu.html](http://www.suhu.html) / *Kalor Jenis Benda dan Kapasitas Kalor* / diakses  
pada 2012/08/23/

[Http://riau.litbang.deptan.go.id/teknologi briket sekam padi. pdf](http://riau.litbang.deptan.go.id/teknologi_briket_sekam_padi.pdf) / diakses  
pada 2012/08/25/